7

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. E. HÉBERT,

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

—

1877

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. E. HÉBERT,

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris.

Ces travaux ont eu principalement pour objet l'exploration du sol de la France et d'une partie de l'Europe. J'ai consacré tous les loisirs dont j'ai pu disposer, depuis plus de trente ans, à étudier sur les lieux mêmes les contrées dont les descriptions étaient insuffisantes ou présentaient quelque anomalie, afin de fonder mes opinions sur des faits constatés et vérifiés par moi-même.

Voyages en France. — J'ai employé, depuis 1845, trois mois de chaque année à explorer les différentes parties de la France : soit les provinces du nord (Normandie, Bretagne, Maine et Perche, Anjou, Nivernais, Bourgogne, Champagne, Lorraine et Picardie), soit celles du sud, depuis l'Auvergne et le Plateau central jusqu'au Jura et aux Alpes du Dauphiné, depuis la Provence jusqu'aux Pyrénées. Je me suis rendu compte de la succession des couches dans les divers grands bassins naturels : celui du nord ou bassin de Paris, ceux de la Touraine, de l'Aquitaine et d'Uchaux; et j'ai pu arriver ainsi à établir

une classification rationnelle des dépôts crétacés, jurassiques et triasiques de ces différentes régions.

Voyages a l'étranger. — *Angleterre.* — Quatre voyages en Angleterre, en 1851, 1864, 1872 et 1875, ont eu pour but l'étude du terrain tertiaire, de la craie et d'une partie du terrain jurassique.

Le voyage de 1851 m'a permis : 1° de signaler, dans le sud de l'Angleterre, des couches de même âge que nos sables de Fontainebleau, découverte confirmée plus tard (1853) par E. Forbes; 2° d'établir pour la première fois entre les couches tertiaires de la France et celles de l'Angleterre une comparaison qui a été justifiée successivement dans presque toutes ses parties, ainsi qu'on le verra plus loin.

Allemagne septentrionale, Scandinavie et pays adjacents. — En 1852, dans un premier voyage en Allemagne, j'ai exploré le bassin tertiaire de Mayence et le Luxembourg, puis les environs de Maëstricht, le Limbourg et le terrain tertiaire de la Belgique.

En 1857, l'Ardenne, l'Eifel, le Hundsruck, les rives du Rhin et le Palatinat ont été parcourus à pied, et attentivement étudiés au point de vue de la succession des terrains primaires et de leurs relations avec les roches porphyriques.

En 1865, troisième voyage en Allemagne, où je me suis attaché principalement aux terrains crétacés. Je les ai suivis depuis la Westphalie, le Brunswick, le Hanovre et le Hartz jusque dans le Holstein, le Danemark et la Suède, et dans les îles de la Baltique (Rügen, Wollin).

Je suis retourné en Danemark et en Suède en 1869, pour compléter mes études relatives à la craie et au terrain jurassique de la Scanie, sur lequel j'ai publié un Mémoire étendu.

Suisse, Allemagne méridionale, Moravie, Galicie. — En 1868, j'ai exploré l'Allemagne méridionale, la Suisse septentrionale, pour l'étude du terrain jurassique; j'ai relevé de nombreuses coupes dans le canton de Berne, en Argovie, dans le duché de Bade, le Wurtemberg

et la Bavière, jusque sur les frontières russes en Galicie, et sur le versant septentrional des Carpathes (Inwald, Stramberg, etc.).

Tyrol et Alpes orientales. — Les mêmes études sur les terrains secondaires m'ont fait entreprendre, en 1869, un voyage dans le Tyrol et dans les Alpes du pays de Salzburg (Salzkammergut).

Hongrie, Italie septentrionale. — Enfin, en 1876, dans un voyage de trois mois, indépendamment du Jura méridional et de la Savoie, où j'ai pu relever sur plusieurs points la succession des assises du terrain jurassique supérieur, et reconnaître leur relation avec le terrain crétacé inférieur, j'ai successivement étudié :

1° Les couches fluvio-lacustres du système crétacé supérieur du district de Bakony (Hongrie);

2° Les rapports stratigraphiques des couches tertiaires de la Hongrie avec celles de l'Italie septentrionale, depuis les plus anciennes jusqu'aux assises les plus élevées du miocène.

3° Dans les Alpes vénitiennes, les calcaires rouges du jurassique supérieur et les couches néocomiennes qui les recouvrent directement.

Les matériaux considérables que j'ai rapportés de ces voyages ont servi, jusqu'en 1857, à constituer la collection de Géologie de l'École Normale, et, depuis 1857, celle de la Faculté des Sciences, dont ils composent une importante partie.

Toutes les publications, dont la liste suit, ont pour base les faits recueillis dans ces explorations, toutes les fois que ces faits étaient de nature à servir aux progrès de la Science.

LISTE CHRONOLOGIQUE DES MÉMOIRES

PUBLIÉS

PAR M. HÉBERT.

1845. — 1. Note sur la formation de l'arkose coquillière d'Avallon (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. II, p. 738).

1847. — 2. Note sur le calcaire pisolithique (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. IV, p. 517).

1848. — 3. Notice sur les dépôts situés, dans le bassin de Paris, entre la craie blanche et le calcaire grossier, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. V, p. 388).

1849. — 4. Notice sur les fossiles tertiaires du Limbourg et sur ceux de la couche à OSTREA CYATHULA du bassin de Paris (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. VI, p. 459).

1849. — 5. Note sur des fossiles du crag, recueillis au Bosc d'Aubigny (Manche) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 559, et t. VII, p. 387; 1850).

1849. — 6. Sur la craie de Mauléon et de Gensac (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 569; t. VII, p. 650, 1850; et t. XX, p. 355; 1863).

1849. — 7. Poches à ossements quaternaires dans les sables d'Auvers et le calcaire grossier de l'Isle-Adam (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 604).

1849. — 8. Aperçu géologique sur la succession et le mode de formation des couches éocènes du bassin de Paris, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 695 et 720, et t. VII, p. 338; 1850).

1850. — **9.** Sur l'existence du calcaire pisolithique à Ambleville, près Magny (Seine-et-Oise), et sa séparation du calcaire grossier par les argiles à lignites (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. VII, p. 135).

1850. — **10.** Age des sables marins de Bracheux (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. VII, p. 338).

1850. — **11.** Note sur l'étage oxfordien inférieur des environs de Mamers (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. VIII, p. 140).

1851. — **12.** Nouvel horizon fossilifère découvert près d'Étampes entre les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. VIII, p. 342).

1851. — **13.** Sur l'âge des sables ferrugineux des environs d'Auxerre (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. IX, p. 40).

1851. — **14.** Sur la géologie du bassin de Paris.

Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 9 juin 1851, et inséré par extrait dans les *Comptes rendus*, t. XXXII, p. 849.

1852. — **15.** Comparaison des couches tertiaires de France et d'Angleterre (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. IX, p. 350).

1852. — **16.** Position que doivent occuper, dans la série liasique, les grès d'Hettange et de Luxembourg (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. IX, p. 594, t. X, p. 201, et t. XI, p. 252).

1852 — **17.** Note sur la limite qui sépare le terrain crétacé du terrain tertiaire (*Comptes rendus*, t. XXXV, p. 746, 13 décembre 1852).

1852. — **18.** Recherches sur la craie supérieure du nord de l'Europe (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. X, p. 178).

1852. — **19.** Note sur le synchronisme du calcaire pisolithique des environs de Paris et de la craie supérieure de Maestricht (*Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, t. XX).

1852. — **20.** Lettre à M. d'Omalius d'Halloy sur le SYSTÈME HEERSIEN de M. Dumont (*Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, t. XX).

1853. — **21.** Notes sur l'âge des sables blancs et des marnes à PHYSA GIGANTEA de Rilly, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. X, p. 436).

1853. — **22.** Recherches sur la craie supérieure du nord de l'Europe, présentées à la Société philomathique le 12 mars 1853 (Journal *l'Institut*, t. XXI, p. 100).

1854. — **23.** Observations sur l'argile plastique et les assises qui l'accompagnent dans la partie méridionale du bassin de Paris, et sur leurs relations avec les couches inférieures du Nord, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XI, p. 418 et 645).

1854. — **24.** Sur une nouvelle espèce de Cirrhipède de la craie de Meudon (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 470).

1854. — **25.** Sur une nouvelle extension dans le bassin de Paris, des marnes lacustres et des sables de Rilly (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 647).

1854. — **26.** Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets et de quelques localités de la Savoie, 88 pages, 2 planches de fossiles. Travail fait en commun avec M. E. Renevier, de Lausanne (*Bulletin de la Société de Statistique du département de l'Isère*, 2e série, vol. III).

Un extrait étendu de ce Mémoire est inséré au *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XI, p. 587.

1854. — **27.** Note sur le terrain jurassique du bord occidental du bassin parisien, avec coupe (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 79).

1855. — **28.** Note sur le tibia du Gastornis parisiensis (*Comptes rendus*, t. XL, p. 579, 12 mars 1855).

1855. — **29.** Note sur le fémur du Gastornis parisiensis (*Comptes rendus*, t. XL, p. 1214; 4 juin 1855).

1855. — **30.** Note sur quelques fossiles vertébrés (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XII, p. 349).

1855. — **31.** Sur l'âge de certains minerais de fer pisolithique (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XII, p. 722).

1855. — **32.** Mémoire sur le terrain tertiaire moyen du nord de l'Europe, suivi d'une carte des mers aux époques des sables de Fontainebleau et du calcaire grossier (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 760).

1855. — 33. Mémoire sur la constitution géologique et sur la classification des terrains paléozoïques de l'Ardenne française et du Hainaut, avec coupes dans le texte (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XII, p. 1165).

1856. — 34. Note sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XII, p. 1263).

1856. — 35. Note sur le lias inférieur du département des Ardennes, suivie de remarques sur les Gryphées du lias (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XIII, p. 207).

1856. — 36. Observations sur les meulières de Brie (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XIII, p. 584, 600 et 603).

1856. — 37. Études sur le terrain crétacé. — 1ʳᵉ Partie : Fossiles de la craie de Meudon, 3 planches : Vertébrés, Annelés, Mollusques, Échinodermes (*Mém. de la Soc. géol. de France*, in-4ᵉ, 2ᵉ série, t. V, p. 345).

1856. — 38. Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris : Terrain jurassique, 88 pages et une planche de coupes. Paris, Hachette.

Un extrait de ce travail, présenté à l'Académie le 3 novembre 1856, a été inséré dans le *Compte rendu* de cette séance (t. XLIII, p. 853), sous le titre : *Recherches sur les oscillations du sol de la France septentrionale pendant la période jurassique.*

1857. — 39. Recherches sur la faune des premiers sédiments tertiaires parisiens. — Mammifères pachydermes du genre Coryphodon, 54 pages et 2 planches grand in-4ᵉ (*Ann. des Sciences naturelles*, 4ᵉ série, t. VI, p. 87).

Un extrait de ce travail, présenté à l'Académie le 20 janvier 1857, a été inséré dans le *Compte rendu* de cette séance, t. XLIII, p. 135.

1857. — 40. Note sur la craie glauconieuse à Ammonites varians, A. rothomagensis, Scaphites æqualis, Turrilites costatus, etc., de Rouen, et les grès verts du Maine (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XIV, p. 731).

1858. — 41. Observations sur les diverses assises du sol du département de la Nièvre (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XV, p. 685, 690, 698, 708, etc.).

1858. — 42. Note sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon, suivie de nouvelles observations sur les rapports entre la craie chloritée de Rouen et les grès verts du Maine (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XVI, p. 143).

1859. — 43. Sur l'âge du granite éruptif du plateau central, et du plissement des schistes cristallins ou ardoisiers (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVI, p. 423).

1859. — 44. Observations sur les phénomènes qui se sont passés à a séparation des périodes géologiques (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVI, p. 596).

1859. — 45. Note sur la limite inférieure du lias et sur la composition du trias dans les départements du Gard et de l'Hérault, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVI, p. 611 et 905).

1859. — 46. Sur la terrain quaternaire des environs d'Amiens et d'Abbeville contenant des silex taillés (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVII, p. 18).

1859. — 47. Note sur la position réelle des poudingues de Nemours et de la couche marine d'Ormoy, avec coupe (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVII, p. 52 et 107; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLIX, p. 848).

1860. — 48. Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la Manche. — 1re Partie : Oxford-clay (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVII, p. 300).

1860. — 49. Mémoire sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire), 88 pages, 9 planches de fossiles. Travail fait en collaboration avec M. Eugène Eudes-Deslonchamps (*Bull. de la Soc. linnéenne de Normandie*, vol. V).

1860. — 50. Note sur le travertin de Champigny et sur les couches entre lesquelles il est compris, avec coupe (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVII, p. 800).

1860. — 51. Minerais de fer du lias supérieur (Lurcy) et du lias moyen (Montmédy) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVIII, p. 17).

1860. — 52. Gisement des couches marines de Sinceny (Aisne) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVIII, p. 77).

1860. — 53. Quelques remarques sur la mer jurassique et les théories imaginées pour rendre compte de ses déplacements (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVIII, p. 97).

1861. — 54. Note sur les Trigonies de l'Oxford-clay et du Coral-rag, 2 planches de fossiles (*Journal de Conchyliologie*, avril 1861).

1861. — 55. Observations sur les rivages de la mer jurassique à l'époque de la grande oolithe dans les bassins méditerranéen, jurassique et parisien (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XVIII, p. 611).

1861. — 56. Observations sur le lias et le trias des Alpes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVIII, p. 737 à 803).

1861. — 57. Du terrain jurassique de la Provence; sa division en étages; son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux gypses, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 100).

Un extrait de ce travail, présenté à l'Académie le 11 novembre 1861, a été inséré au *Compte rendu* de cette séance, t. LIII, p. 835.

1862. — 58. Sur l'argile à silex, les sables marins tertiaires et les calcaires d'eau douce du nord-ouest de la France, et sur les bombements du Perche, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 159 et 445).

1862. — 59. Sur les dépôts tertiaires marins et lacustres des environs de Provins (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIV, p. 513, 3 mars 1862).

1862. — 60. Nouvelles observations relatives au calcaire à Lophiodon de Provins; son extension dans la Beauce (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LV, p. 149, 21 juillet; *Institut*, n° 1490, 23 juillet).

1862. — 61. Différences entre la craie supérieure de l'Aquitaine et la craie de Meudon ou de Maëstricht (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 542).

1862. — 62. Sur l'âge du calcaire de Rilly (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 552).

1862. — 63. Observations sur les systèmes Bruxellien et Laekenien de Dumont et sur leur position dans la série parisienne (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIX, p. 832, t. XX, p. 200).

1862. — 64. Craie supérieure de Montsaunès et de Salies (Pyrénées) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 1108, 1126).

1862. — 65. Sur la formation de la vallée de la Seine (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XX, p. 118).

1863. — 66. Sur la craie supérieure des Pyrénées, et les Échinides qu'elle renferme, Hemipneustes et Micraster (*Revue des Sociétés savantes : Sciences*, 1re série, t. III, p. 307).

1863. — 67. Observations relatives à l'existence de l'homme pendant la période quaternaire (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 mai et 1er juin, t. LVI, p. 1005 et 1040).

1863. — 68. Sur le non-synchronisme des étages campanien et dordonien de M. Coquand avec la craie de Meudon et de Maëstricht (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XX, p. 96).

1863. — 69. Observations géologiques sur quelques points du département de l'Yonne (*Bull. de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 3e trimestre, 1863; *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXI, p. 28).

1863. — 70. Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris, et sur la division de ce dernier étage en quatre assises (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XX, p. 565).

1864. — 71. Sur la craie glauconieuse du nord-ouest du bassin de Paris, (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVIII, p. 475).

1864. — 72. Observations sur les principaux éléments du terrain quaternaire, sur les théories proposées pour en expliquer la formation, et sur l'âge de l'argile à silex (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXI, p. 58 et 180).

1864. — 73. Observations sur la craie inférieure des environs de Rochefort (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXI, p. 283).

1864. — 74. Résumé de la succession des assises du terrain crétacé des environs de Cassis (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXI, p. 503).

1865. — 75. Étude critique sur un groupe d'Hemiasters comprenant : Hemiaster Verneuilli, Desor; H. Leymerii, Desor; H. similis, d'Orb.; H. Fourneli, Desh.; H. Orbignyanus, Desh. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXII, p. 193).

1865. — 76. Sur le groupe des Bélemnites auquel de Blainville et d'Orbigny ont donné le nom de *B. brevis* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXII, p. 201).

1865. — 77. La Géologie. — Leçon d'ouverture (20 mars 1865).

1865. — 78. Sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale et des Alpes (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXI, p. 245; t. LXII, p. 745 — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIII, p. 126).

1865. — 79. Sur le terrain jurassique du Boulonnais, avec coupes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIII, p. 216).

1866. — 80. Les oscillations de l'écorce terrrestre pendant les périodes quaternaire et moderne, avec cartes. Auxerre, Perriquet (*Revue des cours scientifiques*, 16 juin).

1866. — 81. De la craie dans le nord du bassin de Paris (1re Partie, insérée par extrait dans les *Comptes rendus* de la séance du 25 juin; t. LXII, p. 1401; 2e Partie, séance du 13 août, t. LXIII, p. 308).

1866. — 82. Sur la faune marine de l'époque du gypse de Paris (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXIII, p. 339).

1866. — 83. Observations sur les calcaires à Terebratula diphya du Dauphiné, et en particulier sur les fossiles du calcaire de la Porte de France (Grenoble) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXIII, p. 521).

1866. — 84. Sur l'âge des grès du Platenberg, près de Blankenburg (Hartz) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 32).

1866. — 85. Sur les limites de la période jurassique et de la période crétacée, et spécialement sur les calcaires à Terebratula diphya (*Bibliothèque universelle de Genève*, août 1866).

1867. — 86. Le terrain crétacé des Pyrénées. — 1re Partie : Terrain crétacé inférieur (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 323, avec coupes, et une carte des mers néocomiennes dans le midi de la France).

1867. — 87. Deuxième Note sur les calcaires à Terebratula diphya de la Porte de France (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXIV, p. 389; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 20 mai, t. LXIV, p. 1053).

1868. — 88. Observations sur le Mémoire de M. Pictet intitulé : « Étude provisoire des fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc » (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXV, p. 824).

1868. — 89. Sur les couches comprises, dans le midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à BELEMNITES DILATATUS, en réponse à M. Coquand (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXVI, p. 131 et 214).

1869. — 90. Observations sur les couches inférieures de l'infra-lias du midi de la France (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXVI, p. 447).

1869. — 91. Recherches sur l'âge des grès à combustibles d'Helsingborg et d'Höganäs (Suède méridionale), suivies de quelques aperçus sur le grès de Hör (Paris, Victor Masson, br. in-8° avec planche de fossiles, *Annales des Sciences géologiques*, t. I, p. 117).

Un extrait de ce travail a été présenté à l'Académie et inséré dans les *Comptes rendus* du 26 juillet 1869, t. LXIX, p. 296.

1869. — 92. Sur les calcaires de Wimmis, canton de Berne (*Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, t. X, p. 212).

1869. — 93. Observations sur les caractères de la faune des calcaires de Stramberg (Moravie), et en général sur l'âge des couches comprises sous la dénomination d'*étage tithonique* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXVI, p. 538).

1869. — 94. Classification du terrain crétacé, suivie de quelques Remarques sur les couches comprises par Oppel dans son étage TITHONIQUE (*Geological Magazine*, vol. VI, mai, juin et juillet 1869).

1869. — 95. Recherches sur la craie du nord de l'Europe. Travail lu à l'Académie le 2 novembre et inséré par extrait dans les *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 943.

Une analyse de ce travail a été insérée dans les *Procès-verbaux* de la réunion des naturalistes allemands, en 1869, à Inspruck, p. 128.

1869. — 96. Examen de quelques points de la Géologie de la France méridionale. — Terrain jurassique et terrain crétacé des Cévennes, du Dauphiné et de la Provence (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXVII, p. 107).

1869. — 97. Nouvelle organisation des études géologiques. — La démonstration. — Dangers de l'esprit de système (Leçon d'ouverture, *Revue des Cours scientifiques*, 1er mai).

1870. — 98. Note sur le grès infra-liasique de Scanie (Suède) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXVII, p. 366).

1870. — 99. *Grenzschichten zwischen Jura und Kraide.* — Couches limites du terrain jurassique et du terrain crétacé (*Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt*, 25 april, n° 7, p. 114).

1871. — 100. Le néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes) (1re Partie, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXVIII, p. 137).

1871. — 101. Observations relatives au Résumé, présenté par M. H. Magnan, de son travail sur la partie inférieure du terrain crétacé des Pyrénées (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXIX, p. 63).

1872. — 102. L'étage tithonique et la nouvelle école allemande (*Revue des Cours scientifiques*, 3 février).

1872. — 103. Documents relatifs au terrain crétacé du midi de la France, 2e Partie (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXIX, p. 393).

1872. — 104. Ondulations de la craie dans le bassin de Paris (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIX, p. 446, 1re Partie; p. 583, 2e Partie, avec planches de coupes).

1872. — 105. Observations sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIX, p. 520 et 707).

1872. — 106. Sur la craie à Inocérames des Basses-Alpes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIX, p. 682 et 706).

1872. — 107. Nouveaux documents relatifs à l'étage tithonique et à la zone à Ammonites polyplocus (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. I, p. 62, 67, 174 et 330).

1873. — 108. Comparaison de l'éocène inférieur de la Belgique et de l'Angleterre avec celui du bassin de Paris (*Annales des Sciences géologiques*, t. IV, art. n° 4. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 27; extrait).

1873. — 109. On the chalk of the Paris Basin (*Report of the forty second meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Brighton, in August* 1872, p. 104).

1874. — 110. Age relatif des calcaires à Terebratula moravica et du Diphya kalk ou calcaire à T. janitor et T. diphya (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 148).

1874. — 111. Comparaison de la craie des côtes d'Angleterre avec celle de France (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 416).

1874. — **112.** Documents relatifs au terrain crétacé du midi de la Fiance (3e Partie, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 465).

1874. — **113.** Note sur la couche à dents de Squales découverte à Bruxelles par M. Rutot (*Bull. de la Soc. géol. de Belgique*, t. I, p. LXXIII).

1874. — **114.** Limite des étages éocène et miocène dans les Alpes (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 15).

1875. — **115.** Description du bassin d'Uchaux, 132 pages in-8° et 4 planches, avec la collaboration partielle de MM. Munier-Chalmas et Toucas (*Annales des Sciences géologiques*, t. VI, art. 2. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 195).

1875. — **116.** Discussion des caractères des espèces du genre *Holaster*, voisines de *H. lævis* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 567).

1875. — **117.** Ondulations de la craie du nord de la France, 3e Partie, 1 pl. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 512).

1875. — **118.** Description de deux espèces d'*Hemipneustes* de la craie supérieure des Pyrénées, 2 planches (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 592).

1875. — **119.** Classification du terrain crétacé supérieur (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. III, p. 595).

1875. — **120.** Remarques à l'occasion des sondages exécutés par la Commission française dans le Pas-de-Calais en 1875 (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. IV, p. 58).

1876. — **121.** Plissements de la craie dans le nord de la France (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXII. — 1re Partie, p. 101; 2e Partie : Disposition des plis; origine de ces accidents, p. 236; 3e Partie : Age des plis, p. 919).

1876. — **122.** Ondulations de la craie dans le nord de la France (suite). Deux systèmes de plis; âge de ces plis; 2 planches (*Annales des Sciences géologiques*, t. VII, n° 2).

1876. — **123.** Notes sur les terrains crétacés du département de l'Yonne (*Bull. de la Soc. des Sc. de l'Yonne*, premier trimestre, 1876).

1876. — **124.** Sur la position exacte de la zone à *Heterodiadema libycum* (*Bull. de la Soo. géol. de France*, 3e série, t, IV, p. 319).

CLASSEMENT DES MÉMOIRES

PAR ORDRE DE MATIÈRES.

TERRAINS QUATERNAIRES, n°s 7, 46, 67, 72, 80.

TERRAINS TERTIAIRES, n°s 15, 30.

A. *Terrain tertiaire supérieur*, n° 5.

B. *Terrain tertiaire moyen* ou *miocène*, n°s 4, 12, 32, 36, 47, 78, 114.

C. *Terrain tertiaire inférieur* ou *éocène*.

1. Éocène supérieur, n°s 26, 31, 50, 82, 105, 114.
2. Éocène moyen, n°s 58, 59, 60, 63, 78, 113.
3. Éocène inférieur, n°s 3, 8, 10, 20, 21, 23, 25, 28, 29, 39, 52, 58, 62, 108.

TERRAINS SECONDAIRES.

A. *Terrain crétacé supérieur.*

1. Calcaire pisolithique ou étage danien, n°s 2, 3, 8, 9, 17, 18, 19, 22, 61, 64, 66, 94, 95, 119.
2. Craie blanche ou étages sénonien et turonien, n°s 24, 37, 68, 70, 81, 84, 95, 104, 109, 111, 117, 118, 119, 121, 122.
3. Craie glauconieuse ou étage cénomanien, n°s 40, 42, 71, 73, 75, 103, 104, 106, 109, 111, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124.

B. *Terrain crétacé inférieur*, n°s 13, 69, 86, 100, 101, 103, 112, 115, 123.

C. *Limite entre le terrain crétacé et le terrain jurassique*, n°s 83, 85, 87, 88, 89, 93, 94, 96, 99, 102, 107, 110.

D. *Terrain jurassique et trias*, n°s 1, 11, 16, 27, 34, 35, 38, 41, 45, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 69, 76, 79, 90, 91, 92, 98.

Terrains primaires, n°s 33, 43.

Géologie générale : *Oscillations*, n°s 3, 8, 14, 38, 44, 53, 77, 97, 102.

ANALYSE DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES

De M. E. HÉBERT.

Les travaux de Géologie, dont la liste précède, portent sur une grande partie des assises qui constituent l'écorce terrestre; ces travaux ont essentiellement pour but de fixer d'une manière précise la position relative des assises, afin d'en conclure avec certitude la succession des faunes.

Dans beaucoup de cas, où les données paléontologiques étaient insuffisantes, j'ai dû faire une étude spéciale des débris organiques, Vertébrés, Mollusques ou Échinodermes, propres à différentes couches. J'ai donc constamment associé la Paléontologie aux études stratigraphiques faites sur le terrain.

Cette méthode, dont Alexandre Brongniart est le véritable père, et qui constitue le procédé d'investigation le plus sûr en Géologie, m'a permis d'ajouter à l'histoire des périodes géologiques quelques résultats nouveaux, dont les principaux vont être sommairement indiqués, en allant des époques récentes aux plus anciennes.

TERRAINS TERTIAIRES.

I. Terrain tertiaire supérieur ou pliocène.

J'ai démontré (nº 5 de la liste, 1849), par l'étude des Mollusques fossiles du Bosc d'Aubigny (Manche), l'existence du terrain pliocène dans la presqu'île du Cotentin.

II. Terrain tertiaire moyen ou miocène. — *Miocène inférieur.* — Sables de Fontainebleau. — *Leurs équivalents à l'étranger.*

Jusqu'en 1849, on admettait que les couches marines qui forment le sol du Limbourg étaient contemporaines, soit du calcaire grossier, soit du crag, soit enfin des sables moyens du bassin de Paris ([1]), c'est-à-dire qu'elles appartenaient soit au terrain tertiaire inférieur, soit au tertiaire supérieur. J'ai montré en cette même année 1849 (Mémoire n° 4)

Fig. 1.



La mer du Nord à l'époque des Sables de Fontainebleau (miocène inférieur).

qu'elles sont exactement l'équivalent des sables de Fontainebleau, c'est-à-dire qu'elles font partie du terrain tertiaire moyen. Cette rec-

[1] D'Archiac, *Histoire des progrès de la Géologie*, t. II, p. 495 et 496.

tification a été immédiatement adoptée. Lyell le constate (*Manual of elementary Geology*, 1855, p. 185), aussi bien que d'Omalius d'Halloy (*Abrégé de Géologie*, 1853, p. 525).

Plus tard (n° 32, 1855), j'ai fait voir que des dépôts de même âge existaient au pied du Jura, à l'extrémité méridionale de la plaine du Rhin.

En 1852 (n° 15), j'avais signalé des dépôts semblables sur la côte méridionale de l'Angleterre, découverte confirmée par E. Forbes en 1853.

J'ai pu constater la présence de ces mêmes dépôts dans le Cotentin, et les étudier en détail en Belgique et dans le bassin de Mayence.

Mer des sables de Fontainebleau. — En m'aidant de quelques publications récentes faites en Allemagne, il m'a été possible de relier entre eux tous ces lambeaux isolés, et de limiter la partie de l'Europe septentrionale occupée alors par la mer, ce qu'indique la *fig.* 1 ci-dessus :

J'ai également montré que, pendant toute la durée du dépôt du

Fig. 2.



Limites de la mer du Nord pendant la période éocène.

terrain tertiaire inférieur (éocène), la circonscription de la mer dans le nord de l'Europe avait souvent varié, mais que ces nombreuses va-

riations s'étaient toutes effectuées dans les limites du golfe anglo-parisien, dont la *fig.* 2 donne la forme approchée.

La période miocène s'est donc annoncée par une grande invasion de l'Océan sur l'Allemagne septentrionale. La mer, dans laquelle se déposaient nos sables de Fontainebleau (*fig.* 1), abandonnant presque complétement l'Angleterre, contournait le Brabant pour occuper le Limbourg, et se dirigeait de là par Dusseldorf, Osnabrück, etc., vers les plaines de la Prusse qu'elle couvrait; puis, passant au nord du Hartz, elle allait rejoindre la vallée du Rhin à Mayence, à travers toute la région volcanique comprise entre Cassel au nord et Francfort au sud, et s'étendait enfin jusqu'au pied du Jura bernois.

Mouvements du sol entre la période éocène et la période miocène. — De la comparaison de ces deux Cartes, il faut conclure qu'entre la période éocène et la période miocène il y a eu un exhaussement du sol au nord-ouest et un affaissement à l'est. J'en ai tiré cette conclusion qu'il y avait là, dans la série tertiaire, une ligne de démarcation qui militait en faveur de la classification générale établie par Élie de Beaumont et contraire à celle de Lyell. Ce Mémoire a contribué à décider le célèbre géologue anglais à adopter la classification française (*Supplement to the fifth ed. of a Manual of elem. geol.*, p. 10, 1857).

J'ai fixé, d'une manière plus précise qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, la limite entre le terrain tertiaire inférieur et le terrain tertiaire moyen, en démontrant (n° 26, p. 62, et n° 50, p. 802) que le *calcaire de Brie* appartient à ce dernier terrain. Sa faune, ainsi que celle des marnes à *Cyrena convexa* qui le supportent, est essentiellement miocène; la *Cyrena convexa* abonde en Belgique et dans le bassin de Mayence, au milieu même des assises qui correspondent à nos sables de Fontainebleau.

Ainsi, connaissance plus exacte de la chronologie des faunes successives, détermination à chaque époque des contours généraux des terres et des mers, mouvements du sol auxquels sont dus les changements de ces contours, tels sont les résultats de la méthode que j'ai suivie, et que j'ai appliquée dans beaucoup d'autres circonstances. En m'appuyant sur ces différents caractères, j'ai pu introduire de nombreuses modifications dans la classification géologique.

Nouvel horizon fossilifère découvert à la partie supérieure des sables de Fontainebleau. — En 1851, j'ai signalé (n° 12) à Ormoy, au contact des sables de Fontainebleau et du calcaire de Beauce, une nouvelle assise marine, remarquable par sa faune en partie nouvelle, et par la concordance parfaite des couches marines et d'eau douce qui alternent ensemble.

D'autres Mémoires (n° 78, etc.) ont eu pour objet l'étude des dépôts de la même époque, soit marins, soit d'eau douce, en France et à l'étranger (Allemagne, Italie), et tout récemment j'ai pu les étudier en Hongrie et dans l'Italie septentrionale.

III. Terrain tertiaire inférieur ou éocène. — Éocène supérieur.

Travertin de Champigny. — Dufrénoy (1831, 1836) avait considéré le calcaire d'eau douce de Champigny comme une simple modification des meulières de Brie, et le plaçait au-dessus du gypse. Cette opinion avait été admise par tous les géologues. J'ai fait voir (n° 50) que ce travertin est compris entre les mêmes assises que celles qui délimitent le gypse, et que par conséquent il n'en est que l'équivalent.

Terrain nummulitique supérieur. — Le terrain nummulitique était, jusqu'en 1854, considéré comme un grand ensemble, dont l'âge, longtemps contesté, était fixé par le plus grand nombre des géologues à l'époque éocène. J'ai démontré, par l'étude des fossiles (n° 26), travail fait en collaboration avec M. Renevier, qu'il y avait lieu de le subdiviser en deux grands massifs, dont le plus récent comprend les puissantes assises nummulitiques des Hautes-Alpes (Faudon, Saint-Bonnet,) et se retrouve en Savoie et en Suisse (Pernant, Entrevernes, les Diablerets et la Cordaz).

La faune du terrain nummulitique supérieur a cela de remarquable qu'elle participe des caractères paléontologiques du terrain éocène moyen et de ceux du miocène inférieur. Elle renferme un mélange des fossiles les plus caractéristiques des types septentrionaux de ces deux

époques; mais cette faune mélangée vivait dans une mer tout à fait séparée de celle du nord.

Personnellement, je considérais ce terrain comme l'équivalent du gypse, ou comme éocène supérieur. A cette époque, pendant que le nord de l'Europe était émergé ou occupé par des lacs, une grande partie des chaînes centrales des Alpes était donc sous les eaux de l'Océan; mais il n'en est plus de même à l'époque du miocène inférieur, lequel ne pénètre point dans cette région. Il en résulte (nº 78, 1865; nº 104, 1872; nº 113, 1874) qu'elle a été émergée précisément entre les deux époques.

Ce mouvement d'exhaussement a coïncidé avec le mouvement d'affaissement qui a amené la mer du Nord sur l'Europe septentrionale (*fig.* 1). La mer s'est trouvée reculée plus au Sud, mais elle occupait encore le Vicentin, et s'étendait à l'Est jusqu'en Hongrie.

Éocène moyen. — *Époque du calcaire grossier.*

Si la succession des différentes assises marines de cette période était depuis longtemps bien établie, grâce aux travaux de nombreux géologues, depuis Alex. Brongniart jusqu'à d'Archiac, il n'en était pas de même pour les dépôts d'eau douce. Les Mémoires nºs 58, 59 et 60 ont eu pour objet de fixer la position des calcaires de Provins, de ceux de Morancez en Beauce, de ceux de la Touraine, du Perche et de l'Anjou, que l'on croyait miocènes.

Calcaires lacustres à Lophiodon de Provins. — Les calcaires lacustres des environs de Provins et de Nogent-sur-Seine sont remarquables par une faune spéciale de Mollusques terrestres ou d'eau douce et de grands Mammifères (*Lophiodon*). Une couche marine, dont l'âge n'était point fixé, les recouvre. J'ai montré que cette couche marine appartenait à la partie supérieure du groupe du calcaire grossier (sables de Beauchamp), et non point aux marnes marines de Montmartre auxquelles on l'avait assimilée.

Cette constatation reporte la formation des calcaires lacustres à *Lo-*

phiodon de Provins à une époque antérieure, non-seulement au calcaire de Brie, mais même au calcaire de Saint-Ouen, entre lesquels vient s'intercaler le calcaire de Champigny, contemporain des *Paleotherium*, comme cela a été démontré dans le Mémoire n° 50 ; ce travail est venu confirmer une opinion précédemment émise par M. Gervais.

Dans cette branche de la géologie du bassin de Paris, mes recherches ont donc eu pour résultat de porter de trois à six les époques différentes pendant lesquelles des lacs ont couvert une portion considérable de ce bassin.

Extension du calcaire de Provins dans la Beauce. — J'avais constaté que le calcaire de Provins s'étendait, à l'est, au moins de Sézanne à Montereau (90 kilomètres), et qu'il disparaissait ensuite à l'ouest sous des couches plus récentes, quand j'ai pu reconnaître qu'il reparaissait au bord occidental de la plaine de la Beauce, au pied des collines du Perche, près de Chartres, après une interruption de 110 kilomètres. Dans cette région, ce calcaire avait été jusqu'alors confondu avec le calcaire de Beauce, qui le recouvre en parfaite concordance, bien qu'il soit beaucoup plus récent. Il repose sur l'argile à silex, et n'a en aucune façon participé aux mouvements du sol qui ont donné naissance aux collines du Perche. Ces collines, que l'on croyait postérieures aux sables de Fontainebleau [1], existaient donc à l'époque où ce lac déposait ses sédiments le long de leurs contours, à l'époque où vivaient les Lophiodons, en un mot à l'époque du calcaire grossier.

Terrains tertiaires du nord-ouest de la France (n° 38). — Dans ce travail j'ai étudié : 1° les environs de Nogent-le-Rotrou ; 2° ceux du Mans ; 3° la Touraine ; 4° l'Anjou.

J'ai montré : 1° que les calcaires d'eau douce de ces quatre régions, que l'on plaçait généralement au niveau du calcaire de Beauce, sont plus anciens et appartiennent à l'horizon du calcaire de Saint-Ouen ;

2° Qu'ils reposent sur des sables qui, au lieu d'être des sables de

---

[1] *Voir* D'ARCHIAC, *Histoire des progrès de la Géologie*, t. II, p. 542 et suiv., 1849. — J'ai démontré (n°s 40 et 52) que ces sables sont crétacés et de l'époque des grès du Maine.

Fontainebleau, ne peuvent pas être plus récents que les sables de Beauchamp;

3° Que l'*argile à silex*, considérée par les uns comme quaternaire, par les autres comme une dépendance du calcaire de Beauce, est, dans toutes ces régions, comme M. Triger l'avait prouvé pour la Sarthe, encore plus ancienne, et qu'elle se rapproche, par conséquent, de l'époque de l'argile plastique.

Peu de temps après (Mémoire n° 72, p. 70, 1864), j'ai constaté que cette argile à silex était même inférieure à l'argile plastique d'Abondant, près de Dreux, et aux sables qui supportent cette argile et correspondent, par conséquent, aux sables de Bracheux.

Éocène moyen d'Angleterre. — On peut voir, en consultant les publications de M. Prestwich, le géologue le plus autorisé sur les terrains tertiaires d'Angleterre, quel était sur ce point l'état de la Science de 1847 à 1851 [1] : les argiles de Barton sont placées au niveau du calcaire grossier inférieur, et la série fluvio-marine du Hampshire au niveau du calcaire grossier supérieur.

Un des principaux résultats de mon voyage de 1851 fut de rectifier ces assimilations, de relever les argiles de Barton au niveau des sables de Beauchamp, et de placer les *Freshwater series* en regard des marnes et des gypses de Montmartre.

Cette rectification, admise par M. Prestwich lui-même [2], est restée acquise à la Science.

Éocène moyen de Belgique. — Alors aussi on considérait les sables de Laeken, près de Bruxelles, comme synchroniques des sables de Beauchamp [3]; j'ai démontré (Mémoire n° 63) que ces couches devaient être rapportées à une époque plus ancienne, correspondant à la partie supérieure de notre calcaire grossier proprement dit, c'est-à-dire au calcaire à miliolites, et que, par suite, la Belgique avait été émergée pendant le dépôt du calcaire grossier supérieur ou calcaire à cérites,

---

(1) *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, 1847, n° 12, p. 399 et 400.
(2) *Quart. Journ.*, 1857, February, p. 107.
(3) *Quart. Journ.*, p. 107 et 133.

des sables de Beauchamp, etc., jusqu'aux sables de Fontainebleau exclusivement.

Éocène moyen en Italie. — En 1865 (n° 78), j'ai constaté que les couches de San-Giovanni-Ilarione, dans le Vicentin, renferment exactement la faune du calcaire grossier inférieur. C'est un nouveau pas fait vers l'analyse complète du massif nummulitique. Depuis cette époque, cette question a occupé plusieurs savants distingués : M. le professeur Suess (de Vienne), M. Bayan, etc. Ayant, tout récemment, consacré deux mois à l'étude du terrain nummulitique de l'Italie et de la Hongrie, je pourrai prochainement fournir de nouvelles données sur les rapports entre ces dépôts et ceux du nord de l'Europe.

Éocène inférieur.

J'ai publié sur ce terrain de nombreux Mémoires, dont le dernier, le n° 108, 1873, peut être considéré comme le résumé. Par un grand nombre d'observations, j'ai pu établir, au milieu de ces dépôts si variés, une classification plus exacte. C'est ainsi que j'ai montré (n°s 3, 8 et 10, 1848 à 1850) que les *sables de Bracheux* sont au-dessous des *lignites* et non au-dessus, comme le croyaient MM. d'Archiac et Prestwich, et qu'ils sont exactement synchroniques des couches tertiaires les plus anciennes de l'Angleterre (sables de Thanet); que les marnes de Heers (Belgique) sont tertiaires (n° 20, 1852) et non crétacées, comme André Dumont l'avait admis, etc., etc.

Dans les Mémoires, n°s 23 et 47, j'ai montré les relations qu'avaient, avec la série des sables du Soissonnais, les poudingues de Nemours, le conglomérat de Meudon, l'argile plastique, les *fausses glaises*, etc.

J'ai fait connaître (n°s 28 et 29) le tibia et le fémur du *Gastornis parisiensis*, oiseau plus grand que l'Autruche, si nombreux sur le sol, où est Paris, au commencement de la période tertiaire. J'ai aussi publié (n° 49) la description du système dentaire complet et de quelques pièces importantes du *Coryphodon*, grand Mammifère tapiroïde de la même époque.

Mais, si la classification des couches principales de l'éocène infé-

rieur, de celles dont l'extension est la plus grande, est aujourd'hui complétement acceptée, telle que je l'ai rectifiée, il reste encore, chez quelques géologues, des doutes sur la place que doivent occuper certains lambeaux, d'origine lacustre, intéressants par leur faune ou leur flore, comme le calcaire de Rilly et le travertin de Sézanne. Je dois rappeler la part que j'ai prise dans la découverte des faits qui serviront à la solution définitive du problème.

Calcaire de Rilly. — On connaissait, avant 1848, deux ou trois lambeaux de cette formation lacustre. On les considérait comme des accidents sans importance des lignites du Soissonnais (*terrain d'argile plastique*, d'Al. Brongniart.)

J'ai successivement découvert (nos 3, 8, 21, 25; 1848 à 1855) de nouveaux gisements de ce calcaire, dans la montagne de Reims, à Dormans, dans les environs de Noyon et de Chauny. J'ai montré que presque tous ces lambeaux étaient adossés à la craie, à l'est, au sud-est et au nord-ouest du bassin tertiaire de Paris; qu'ils appartenaient autrefois à une même assise continue, déposée dans un lac dont j'ai donné l'étendue; et que, postérieurement, cette assise avait été démantelée et enlevée en grande partie par des actions dénudantes, semblables à celles qui avaient agi auparavant sur le calcaire pisolithique.

Mes observations me semblent prouver que cette dénudation a précédé le dépôt de la masse générale des sables de Bracheux, ce qui place le calcaire de Rilly à une époque antérieure.

La Paléontologie est venue confirmer cette conclusion, établie jusque-là sur des considérations stratigraphiques très-délicates. Mes élèves, soit dans les excursions dirigées par moi aux environs de Paris, soit dans leurs propres explorations, ont successivement découvert, dans des marnes blanches strontianifères qui sont, à Meudon, superposées au terrain crétacé, des fossiles d'eau douce du calcaire de Rilly, et des fossiles marins du calcaire de Mons, dont l'âge est maintenant bien connu. Ce calcaire est, en effet, incontestablement d'une époque antérieure aux sables de Bracheux, représentés en Belgique par le *système Landénien* de Dumont.

Le lac de Rilly s'est donc étendu jusqu'à Paris, et il était contemporain de la faune de Mons, et non pas de celle de Bracheux qui en est

très-distincte, quoique renfermant un certain nombre d'espèces communes.

Le Mémoire, n° **108**, expose en détail tous les faits relatifs à cette question.

TERRAINS SECONDAIRES.

A. Terrain crétacé supérieur.

PREMIÈRE PARTIE.

Classification des assises. — *France septentrionale.*

I. *Calcaire pisolithique ou étage danien.*

On peut voir dans l'*Histoire des progrès de la Géologie* de d'Archiac (t. IV, p. 239, 1851), comme on était divisé, en 1847, sur la question de l'âge du calcaire pisolithique. Élie de Beaumont, seul de son avis, le considérait comme crétacé; d'Archiac, Deshayes, de Boissy, C. Prévost, M. Raulin, le plaçaient dans le terrain tertiaire. Il y avait donc là à résoudre une question importante, tant en raison des noms engagés, qu'à cause de l'incertitude qui en résultait pour une des principales lignes de démarcation des terrains.

En considérant ce dépôt comme crétacé, Élie de Beaumont, d'après les listes de fossiles publiées par d'Archiac et Ch. d'Orbigny, croyait aussi que les Mollusques fossiles du calcaire pisolithique étaient les mêmes que ceux du calcaire grossier.

Tel était l'état de la question en 1847. La *Note sur le calcaire pisolithique* (n° **2**) a mis fin au débat, en montrant que ces fossiles étaient

complétement différents de ceux du calcaire grossier, et qu'ils se rapprochaient davantage de la faune crétacée.

Depuis lors, tous les géologues successivement ont mis ce dépôt à sa véritable place ([1]).

En même temps, et dans des travaux ultérieurs (n° **3**, 1848; n^os^ **8**, **9**, **17**, **18**, **19** et **22**), j'ai découvert et décrit de nouveaux affleurements de ce terrain; j'ai fait voir que partout il renfermait les mêmes fossiles; j'ai montré qu'il appartenait à la même période que la craie de Maëstricht et que le calcaire à Baculites du Cotentin : en sorte que je puis dire qu'une notable partie de ce qui est connu sur cet étage du terrain crétacé, postérieur à la craie blanche de Meudon, est le résultat de mes recherches.

Elles ont établi que le calcaire pisolithique s'était déposé dans le bassin de Paris, sur une surface plus considérable que celle qu'occupe le calcaire grossier, mais que des dénudations puissantes n'en avaient laissé subsister que quelques lambeaux épars, presque tous adossés à la craie, et distribués sur le pourtour de la dépression crayeuse dont cette roche avait nivelé les inégalités.

Ces lambeaux ont servi de jalons pour le tracé des anciens rivages du golfe pisolithique.

La *fig.* 3 donne la forme de ce golfe dans la partie occidentale du bassin de Paris (n° **115**).

J'arrivais en même temps à prouver que la fin de la période secondaire avait été marquée par plusieurs oscillations du sol (exhaussements ou affaissements généraux), dans l'ordre suivant :

1° Exhaussement et émersion du bassin de Paris après le dépôt de la craie de Meudon;

2° Durcissement de la surface de cette craie, avant le dépôt du calcaire pisolithique, par suite de l'action des agents atmosphériques (craie dure à tubulures);

3° Affaissement et dénudation de la surface, formation de dépressions;

4° Dépôt du calcaire pisolithique;

([1]) D'Archiac (1851), *Hist. des progrès de la Géologie*, t. IV, p. 199; d'Omalius (1853), *Abrégé de Géologie*, p. 297, etc.

5° Exhaussement plus considérable à l'est qu'à l'ouest; émersion complète du calcaire pisolithique;

6° Affaissement, dénudation et premiers dépôts tertiaires.


Fig. 3.



Partie occidentale du golfe pisolithique.

Cette étude des oscillations générales du sol, déduites d'observations stratigraphiques, remonte à 1848 (Mémoire n° 3).

Depuis 1861, j'ai comparé (nos 61, 64, 66 et 119) la craie supérieure du nord avec celle de l'Aquitaine et des Pyrénées. Plusieurs voyages dans ces contrées, d'autres en 1865 et 1869 en Danemark, en Suède et dans le nord de l'Allemagne, m'ont permis de faire sur ce terrain des études très-étendues, dont les résultats sommaires ont été publiés (nos 94 et 95).

II. *Craie blanche ou étage sénonien. — Craie marneuse ou étage turonien. — Leurs divers horizons stratigraphiques et paléontologiques.*

Il y a douze ou quinze ans, la classification exacte des diverses assises de la craie restait encore à faire. En dehors de la glauconie crayeuse de Rouen, presque tout le reste du massif de la craie blanche, épais de plus de 400 mètres, était considéré comme un seul tout, teinté d'une seule couleur sur la carte géologique de France et les cartes géologiques départementales.

J'ai entrepris de recueillir les fossiles couche par couche, et d'en faire un examen attentif. J'ai commencé (1856, n° 37) par la craie de Meudon, qui était alors bien peu connue au point de vue paléontologique; j'ai montré que les fossiles les plus caractéristiques de cette craie avaient été confondus avec ceux des assises plus inférieures; ainsi l'*Ananchytes ovata* avec l'*Ananchytes gibba*, le *Micraster Brongniarti* avec le *Micraster coranguinum*, la *Rhynchonella octoplicata* avec la *Rhynchonella plicatilis*, le *Spondylus æqualis* avec le *Spondylus spinosus*, etc.; de là de graves erreurs introduites dans les classifications du terrain crétacé. Des géologues ont confondu de cette façon des horizons très-distincts et superposés, et ont assimilé à la craie de Meudon des assises qui sont incontestablement plus anciennes.

Après avoir exploré pendant de longues années presque tous les affleurements de la craie dans le bassin de Paris, en avoir relevé les coupes détaillées, soit dans tous les points abordables des falaises de la Manche, soit dans les vallées de la Seine, de la Bresle, etc., ou dans les carrières à l'intérieur des terres, j'ai pu, dans une série de publications (nos 61, 64, 66, 68, 70), et en suivant la méthode appliquée par Brongniart aux terrains tertiaires, établir, dans ce massif si homogène en apparence, une succession d'assises distinctes à la fois par les fossiles qu'elles renferment et par leurs caractères stratigraphiques.

Chaque assise est séparée de la suivante par une sorte de discontinuité due à ce que la surface de l'assise inférieure est durcie sur une épaisseur plus ou moins grande ($0^m,10$ à $0^m,50$), ravinée, creusée de

tubulures dans lesquelles pénètre la craie tendre de la base de l'assise supérieure. Chaque fois que ce caractère se présente, il y a en général changement de faune dans les couches en contact.

J'avais précédemment reconnu ce fait de discontinuité entre les divers étages du terrain jurassique, et j'ai été ainsi conduit à lui attribuer une grande importance dans la classification. Il permet en effet d'assigner des limites avec une précision mathématique.

Dans le bassin de Paris, les divisions que j'ai établies dans la masse crayeuse, qui est comprise entre la craie glauconieuse d'Al. Brongniart et le calcaire pisolithique, sont les suivantes :

1° La craie marneuse à *Inoceramus labiatus;*

2° La craie dure à *Holaster planus;*

3° La craie à *Micraster cortestudinarium;*

4° La craie à *M. coranguinum;*

5° La craie à *Belemnitella quadrata* et *B. mucronata.*

Les lignes de discontinuité correspondent à des émersions et, par suite, à des lacunes quelquefois considérables, comme je l'indiquerai plus loin.

Ces résultats, obtenus dès 1863, ont été développés depuis sans interruption (n^{os} **81**, **121**, etc.). J'ai montré qu'ils s'appliquaient au Danemark, à la Suède et à l'Allemagne septentrionale (n^{os} **84**, **94**, **95**), aussi bien qu'à l'Angleterre (n^{os} **109** et **111**). Sur la grande carte géologique de ce royaume, toute la craie blanche était restée confondue sous une même teinte. Un jeune géologue, M. Charles Barrois, a pu suivre et retrouver mes divisions dans toute l'étendue des îles Britanniques, et les reproduire sur une carte géologique récemment publiée. Aucun travail de ce genre n'est possible avec la classification anglaise.

III. *Craie glauconieuse ou étage cénomanien. — Sa division en deux sous-étages.*

Alex. Brongniart avait parfaitement saisi les caractères généraux de cette assise, à laquelle Alc. d'Orbigny réunit plus tard les *grès du Maine* pour constituer son étage *cénomanien;* mais tous les géologues

de cette époque croyaient ces grès inférieurs à la craie glauconieuse. Dans les Mémoires n°s 40 et 42, j'ai établi, de concert avec M. Triger, que les grès du Maine étaient *supérieurs* à la craie glauconieuse ou craie de Rouen; puis (n° 73) qu'ils étaient représentés, dans le bassin de l'Aquitaine, par les calcaires à *Ichthyosarcolithes* (*Caprinella triangularis, Caprina adversa*) : ces deux systèmes de couches doivent donc être considérés comme deux sous-étages, dont la position relative n'est plus douteuse.

Dans le Maine, la base de l'étage turonien, c'est-à-dire de la craie à *Inoceramus labiatus*, se montre au-dessus des grès. Or, aucune trace de ceux-ci n'existe dans le nord du bassin de Paris, de Dives à Boulogne-sur-Mer, pas plus que dans les îles Britanniques et dans le reste de l'Europe septentrionale. Cela prouve que ces régions étaient émergées pendant que les *grès du Maine* se déposaient dans tout le bassin de la Touraine, qui formait alors un golfe dépendant de l'Atlantique. Cette émersion explique la ligne de discontinuité si apparente sur les côtes de la Manche, entre la craie de Rouen et la craie marneuse.

Je me suis également attaché à faire une analyse détaillée du sous-étage inférieur dans le nord-ouest du bassin de Paris (n° 71); j'ai montré les divers horizons fossilifères qu'on y rencontre, et constaté son apparition à Villequier, près de Caudebec, par suite d'un bombement considérable, qui a relevé les couches de 120 à 150 mètres.

Sables des collines du Perche. Plissements. — Dans le Mémoire n° 58, j'ai étudié la composition des collines du Perche. Les puissantes assises de sables qu'elles renferment étaient jusque-là considérées comme tertiaires.

J'ai prouvé :

1° Que ces assises sont comprises entre la craie glauconieuse de Rouen et la craie marneuse à *Inoceramus labiatus;* une coupe détaillée, à l'échelle, montre cette disposition : il en résulte que ces sables correspondent aux *grès du Maine* et ne sauraient être confondus avec les petits lambeaux tertiaires situés dans les dépressions, et compris entre le terrain crétacé et le calcaire de Saint-Ouen à *Limnæa longiscata;*

2° Que les collines du Perche sont dues à un plissement du sol postérieur au dépôt des sables et antérieur à la période tertiaire.

Dans le Mémoire n° **122** (page 20), j'ai donné, sur la constitution de cette région, de nouveaux détails qui confirment les conclusions précédentes.

Classification du terrain crétacé supérieur dans la France méridionale.

Les Mémoires que j'ai publiés sur ce sujet se rapportent presque exclusivement aux étages turonien et cénomanien.

Étage turonien. — J'ai donné la composition de l'assise inférieure de cet étage dans la basse Provence (n° **103**), et décrit avec détails (n° **115**), grâce au concours que m'a prêté M. A. Toucas, l'étage entier dans tout le bassin d'Uchaux, où il acquiert sur certains points une puissance exceptionnelle de 600 à 700 mètres.

J'ai montré qu'il devait être subdivisé en deux sous-étages : le supérieur comprenant les grandes assises à rudistes, depuis les couches à *Radiolites cornupastoris* jusqu'aux bancs, si répandus dans toute l'Europe méridionale, à *Hippurites cornuvaccinum.* C'est au-dessous de ce sous-étage, et non pas au milieu, comme on le pensait généralement, que se place le système des grès d'Uchaux, qui correspondent, assise par assise, à la craie de Touraine. L'assise inférieure est caractérisée dans toute la France, en Angleterre et dans l'Allemagne du Nord, par le même Céphalopode (*Ammonites nodosoides*) et par l'*Inoceramus labiatus.* L'assise moyenne renferme la craie micacée (tufau) de Touraine et les grès à fossiles ferrugineux d'Uchaux. C'est l'horizon de l'*Ammonites papalis.* Enfin l'assise supérieure, caractérisée par *Callianassa Archiaci*, *Ammonites Requienianus* et *Prosperianus*, se retrouve dans le bassin d'Uchaux et dans celui de Touraine, et, comme l'indique le tableau de classification (n° **117**), elle correspond très-probablement, pour le grand bassin de la mer du Nord, à la craie à *Holaster planus.*

Dans l'Europe septentrionale, le sous-étage turonien supérieur, les calcaires à Hippurites, qui jouent un si grand rôle depuis l'Aquitaine et les Pyrénées jusqu'aux Carpathes, n'existent pas, et cette lacune est encore marquée par une surface de craie durcie, percée de fortes tubulures dues aux actions atmosphériques.

Ces deux exemples prouvent l'importance qu'il faut attacher aux lignes de discontinuité. Bien que les autres *surfaces limites* soient moins fortement accusées, je ne doute pas que les lacunes qu'elles indiquent dans le bassin anglo-parisien ne soient tôt ou tard comblées par la découverte d'assises qui viendront s'intercaler entre nos divisions.

Étage cénomanien. — Cet étage a, comme le précédent, une grande puissance dans le midi de la France. Dans les Mémoires cités ci-dessus (n^{os} **103** et **115**), je l'ai étudié aux environs de Cassis (Bouches-du-Rhône), d'Escragnolles (Basses-Alpes), dans divers points des départements du Gard, de Vaucluse et de la Drôme, et j'en ai donné une analyse aussi complète que possible. Dans ces contrées, qui toutes font partie du grand bassin du Rhône, comme dans le bassin de Paris, il y a lieu de reconnaître deux sous-étages bien distincts : le sous-étage inférieur renferme la faune de la craie glauconieuse de Rouen, quelle que soit sa nature minéralogique, grès grossier à grains de quartz comme à la Bedoule, marnes et calcaires marneux comme à Escragnolles, à Vesc (Drôme), ou dans le Gard, sables ou grès fins comme à Clansayes et à Mondragon.

Il en résulte que cette faune de Rouen est un horizon tout à fait constant dans toute l'Europe occidentale et septentrionale.

Le sous-étage supérieur, compris entre des limites invariables, présente plus de diversité dans ses caractères : tantôt (Mondragon, Escragnolles, etc.) il est formé de grès où abondent des Trigonies et l'*Ostrea Columba*, comme dans le Maine; tantôt (la Bedoule) il se compose de puissantes assises remplies de rudistes (Caprinelles, *Caprina adversa*, etc.), comme dans l'Aquitaine. Mais, si la masse principale de ce sous-étage change si complétement de caractères, les couches qui lui servent de limites, en haut comme en bas, sont exactement les mêmes, dans la Provence comme dans l'Aquitaine et dans le Maine.

C'est sur ces recherches, prolongées pendant de longues années, qu'est fondée la classification que j'ai récemment publiée (n° **119**) du terrain crétacé supérieur.

DEUXIÈME PARTIE.

Disposition et allures des couches du terrain crétacé supérieur.
Ondulations. — Plissements.

Les assises de la craie étant ainsi bien caractérisées, il a été possible de les suivre dans leur extension à la surface du sol, aussi bien que dans leur prolongement souterrain. J'ai fait ce travail pour le nord de la France.

On savait déjà, surtout par les travaux d'Élie de Beaumont et de d'Archiac, que les couches jurassiques et crétacées du pays de Bray d'une part, du Boulonnais et de l'Artois de l'autre, étaient relevées sous forme de bombements dirigés du sud-est au nord-ouest. J'ai signalé, en 1862 (n° 58), les bombements du Perche, sensiblement parallèles aux précédents, et j'ai indiqué dès 1863 (n° 70) que les différentes couches de la craie blanche du nord de la France, qui semblent horizontales, sont ondulées de manière à présenter : 1° une série de plis convexes orientés sensiblement dans le même sens (nord-ouest-sud-est); 2° une autre série de plis à peu près perpendiculaires au premier système.

Plus tard (1872), j'ai donné sur cette question (n° 104) des documents plus nombreux et plus précis.

Par des coupes multipliées, j'ai montré que la faille de Rouen, reconnue seulement près de cette ville, se prolongeait en ligne droite d'abord, puis en ligne brisée, soit au nord-ouest vers Fécamp, soit au sud-est jusque auprès de Beynes, jalonnant ainsi d'une manière générale une grande partie de la vallée de la Seine, mais s'en écartant toutefois au nord pour pénétrer dans le plateau du pays de Caux, et au sud dans celui de Trappes.

J'ai montré, par la disposition des couches de chaque côté de la faille, 1° qu'elle correspond à un bombement qui se fait sentir jusque auprès de Paris (Meudon, Bicêtre, etc.); 2° que ce pli saillant est séparé de celui du Bray par une dépression bien accusée, qui s'étend en s'élargissant jusqu'à la Manche. J'ai fait connaître le point où aboutit sur les

côtes de la Manche l'axe du Bray, et j'ai montré son prolongement au sud-est, vers Mortefontaine.

A ces quatre plis, j'en ai ajouté un cinquième : celui de la vallée de la Bresle, qui relie ensemble le bombement du Tréport à celui de Breteuil, et se prolonge jusqu'à Compiègne.

Le Mémoire n° **117** (1875) ajoute aux notions qui viennent d'être résumées beaucoup d'autres détails sur les allures des couches et sur leur épaisseur, de manière à établir le système des plis sud-est-nord-ouest sur des bases tout à fait solides et à l'abri de toute objection.

J'ai dit qu'un deuxième système de plis saillants venait croiser le premier. L'étude de ce deuxième système fait l'objet des Mémoires n^os^ **121** et **122**. Si l'on examine la région comprise entre la Manche, à Fécamp, et les environs de Paris, en se maintenant par conséquent sur le pli nord-ouest-sud-est que j'ai désigné sous le nom d'*axe de la Seine*, on trouve que les couches crayeuses exécutent une série d'ondulations que j'ai décrites et figurées, et forment ainsi des bombements dont la direction est perpendiculaire à l'*axe de la Seine*. Les sommets de ces bombements, au nombre de quatre, sont, un peu au sud de Fécamp, à Pavilly, à Rouen et à Vernon. De même sur l'*axe de la Bresle*, entre le Tréport et Compiègne, trois bombements existent : le Tréport, Aumale et Breteuil. J'ai montré que les bombements de Breteuil et de Vernon faisaient partie d'un même pli qui, prolongé au sud-ouest, venait aboutir à un relèvement par faille de la craie glauconieuse dans la vallée de l'Iton. De même, le bombement de Rouen et celui d'Aumale se trouvent sur une ligne droite qui passe par la partie la plus exhaussée du pays de Bray, par un autre bombement, celui de Picquigny, et va aboutir aux relèvements des terrains anciens de Douai et de Tournay.

Un troisième pli saillant, sensiblement parallèle aux précédents, s'étend de Fécamp au Tréport, et aboutit au nord-est à l'affleurement dévonien de Dennebrœucq. Un quatrième part d'Écommoy (Sarthe), passe à la Ferté-Bernard, à Souancé, à Brunelles, et vient atteindre Beynes et la vallée de l'Oise jusqu'à Compiègne.

J'ai tracé sur une carte les différents accidents qui viennent d'être énumérés et qui divisent le sol de la France septentrionale en compartiments quadrangulaires. Il faut voir, dans cette structure, l'effet de pressions latérales exercées successivement dans deux directions presque

rectangulaires, déterminées par la forme des rivages de l'ancien golfe jurassique (*fig.* 4) [1].

Fig. 4.



Golfe jurassique à l'époque portlandienne.

Il était naturel de conclure que le fond de la Manche devait avoir la même structure ondulée; c'est ce que j'ai annoncé en 1875 (nº **120**) à l'occasion du projet de tunnel [2], et ce que des sondages directs sont venus confirmer. L'amplitude de ces oscillations en France dépassant quelquefois 150 mètres, il y a lieu de tenir un compte sérieux de cette disposition des couches.

Il est inutile d'insister sur l'importance des notions qui permettent de reconnaître les allures souterraines des couches, et d'opérer avec

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXII, p. 101, séance du 17 janvier.
[2] *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3ᵉ série, t. III, p. 579. — *British association for the advancement of Science.* — *Journal of sectional proceedings*, nº 4, 27 août.

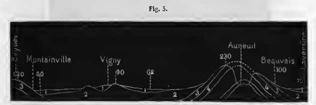
plus de sûreté la recherche des eaux artésiennes, des matières minérales, etc.

Age des plissements. — En constatant quelles sont les couches de la craie affectées par les bombements et celles qui n'ont point subi leur influence, j'ai reconnu qu'ils avaient eu lieu à des époques déterminées, et j'ai essayé de les suivre pendant toute la période crétacée.

J'ai prouvé qu'à l'époque néocomienne le bassin de Paris était un golfe de la mer du Nord, dont la forme était sensiblement la même qu'à l'époque portlandienne (*fig.* 4), et que, par suite, les dépôts wealdiens ne sauraient être synchroniques des dépôts néocomiens, et qu'ils sont en réalité antérieurs.

De là résultent : 1° une dépression sud-ouest-nord-est, dans le nord de la Manche et le sud de l'Angleterre, entre la fin de la période jurassique et le commencement de la période crétacée; 2° un pli concave perpendiculaire, entre l'époque wealdienne et l'époque néocomienne, qui a permis la rentrée de la mer dans le bassin de Paris. Cette dépression occupait la vallée de la Somme.

Fig. 5.



Coupe de Beynes à Beauvais.

Échelles : longueurs $\frac{1}{640000}$; hauteurs $\frac{1}{10000}$.

1. Calcaire pisolithique.
2. Craie à *Belemnitella mucronata*.
3. Craie à *Micraster coranguinum*.

Le premier bombement du Boulonnais (sud-est-nord-ouest) a eu lieu entre le gault et la craie glauconieuse; celui (sud-ouest-nord-est) de la Ferté-Bernard à Brunelles a commencé entre les grès du Maine et la

craie marneuse; il s'est accru pendant la période turonienne, et a été suivi par le plissement sud-est-nord-ouest, auquel sont dues les collines du Perche, dont le relief paraît antérieur à la période sénonienne.

Parmi les plis sud-est-nord-ouest, ou plis du premier système, ceux de la Seine, du Bray, de la Bresle et de l'Artois ont acquis leur principal relief entre la craie à *Micraster coranguinum* et la craie à *Belemnitella mucronata*. C'est ce que montre la coupe (*fig.* 5) relevée suivant la ligne ponctuée de la *fig.* 3 :

Évidemment le relèvement du Bray et celui de Beynes, qui appartient à l'*axe de la Seine*, sont antérieurs au calcaire pisolithique et peut-être même en grande partie à la craie à *Belemnitella mucronata*.

Ce résultat démontre l'inexactitude de l'opinion [1] admise jusque alors, et en vertu de laquelle on rattachait le bombement du pays de Bray au soulèvement des Pyrénées.

Les notions qui viennent d'être exposées sur les déformations subies par le système crayeux, par suite des pressions latérales, permettent, en ayant égard en même temps aux mouvements plus généraux d'exhaussement et d'abaissement, de se rendre compte des changements dans la communication entre la dépression parisienne et les mers voisines, aussi bien que des émersions et des immersions alternatives de ce bassin et des autres golfes découpés par la mer crétacée dans le sol de la France.

J'ai montré, quoique bien imparfaitement sans doute (n° 15, p. 104), que des phénomènes semblables avaient eu lieu dans le bassin d'Uchaux. Pour arriver à faire l'histoire géologique complète d'une région quelconque, il faudra non-seulement connaître la nature et la succession des couches, les faunes dont elles renferment les débris, mais pouvoir suivre avec sûreté les changements de relief dus à la mobilité de l'écorce terrestre, changements d'où résulte, à chaque époque, une distribution différente des terres et des mers.

Ces mouvements lents, d'après les observations faites dans ces vingt dernières années, ont acquis une importance considérable. J'aurai, plus loin, occasion d'y revenir à propos du terrain jurassique.

---

[1] Élie de Beaumont (*Système de montagnes*, p. 437, 1852) place le système des Pyrénées entre la craie et le terrain tertiaire.

B. Terrain crétacé inférieur.

Les documents nouveaux, que j'ai introduits dans la Science sur ce terrain, sont relatifs à l'étage néocomien du midi de la France.

Cet étage avait déjà été très-bien décrit par M. Lory pour le Dauphiné; MM. Scipion Gras, Duval Jouve et d'Archiac avaient aussi fourni de nombreux renseignements pour la Provence et le Languedoc. De toutes ces données il était résulté que l'on considérait le néocomien du midi de la France comme constitué, tantôt par des calcaires marneux riches en Céphalopodes, tantôt par des calcaires remplis d'Oursins et de coquilles bivalves (calcaires à Spatangues). L'âge relatif de ces dépôts n'était pas parfaitement connu. Le plus grand nombre parmi les géologues (M. Lory, Emilien Dumas, etc.) considéraient les calcaires à Spatangues comme plus récents.

J'ai montré (n° 100) que les calcaires à Spatangues se trouvent à Escragnolles, à Castellane et même dans le Gard, au milieu des calcaires à Céphalopodes, et qu'ils se rencontrent toujours dans le voisinage des anciens rivages du golfe néocomien; les calcaires à Céphalopodes sont au contraire à l'intérieur, et, par suite, paraissent être un dépôt plus pélagique.

Dans le même Mémoire et dans le n° 103, j'ai fourni un bon nombre de coupes détaillées.

Néocomien des Pyrénées. — Dans le Mémoire n° 86, j'ai démontré que la grande bande calcaire que Dufrénoy avait rapportée à la base du terrain crétacé sous le nom de *calcaires à Dicérates*, et qui, tout à fait à tort, avait été démembrée et attribuée en partie au terrain jurassique, en partie à l'étage cénomanien, appartient en réalité au sous-étage moyen du terrain néocomien (*étage urgonien*, d'Orb.). Ce résultat apporte un changement notable dans la géologie des Pyrénées.

En dehors de cette question, le même travail fournit sur la constitution géologique des Pyrénées de nombreux documents. Il se termine par un essai de classification comparative des assises néocomiennes du bassin de Paris et de la France méridionale.

C. Limite entre le terrain crétacé et le terrain jurassique.

Les géologues sont aujourd'hui tellement divisés sur cette question, à laquelle j'ai consacré un grand nombre de travaux (nos 83, 85, 87, 88, 89, 93, 94, 96, 99, 102, 107 et 110), que le temps n'est pas venu d'en faire un résumé, qui d'ailleurs serait fort long. Je crois être dans la vérité, et, quoi qu'il en soit, cette discussion aura suscité des publications importantes, tant en France qu'à l'étranger.

Pour m'éclairer sur ces questions difficiles et sur lesquelles il y a encore beaucoup à faire, j'ai exploré en 1868 et 1869 le terrain jurassique de la Suisse, de la Souabe et de la Franconie; les collines de la Galicie et les parties des montagnes des Alpes et des Carpathes, où les couches en discussion se rencontrent. Cette année même, j'ai visité à ce point de vue les Alpes vénitiennes et le Jura méridional. Les matériaux considérables que j'ai recueillis me permettront d'appuyer mes opinions sur une base aussi large que possible. Je puis déjà dire que je n'ai rien vu de contraire aux conclusions que j'ai énoncées.

Dès aujourd'hui, il résulte de mes études sur les couches en discussion que de puissantes assises, les couches à ciment de Grenoble et de Chambéry, rangées jusqu'en 1866 dans l'étage oxfordien ou oolithe moyenne, sont crétacées.

Les avis restent partagés sur les couches qui sont au-dessous (couches à *Terebratula janitor*); mais l'importance de ma découverte a été hautement signalée par un juge compétent ([1]).

D. Terrain jurassique.

J'ai publié sur le terrain jurassique un grand nombre de Mémoires qui se rattachent à des régions naturelles distinctes, soit en France, soit à l'étranger.

([1]) Pictet, *Mélanges paléontologiques*, Genève, 1868, in-4°, p. 207 et 208.

1° *Bassin de Paris.*

Je me suis attaché à décrire, avec plus de précision et plus de détails qu'on ne l'avait fait, certaines parties de ce terrain dans le bassin de Paris, soit sur les côtes de Normandie, entre Trouville et Dives (n° 48), et sur celles du Boulonnais (n° 79), soit dans l'intérieur (n^{os} **11, 16, 27, 35, 41, 51**).

J'ai rectifié des erreurs de classement pour certaines couches, celles de Montreuil-Belley, par exemple, si connues par leur riche faune, et qui étaient placées dans l'oolithe inférieure, tandis qu'elles appartiennent (n° 34) à l'étage oxfordien, etc.

Le Mémoire n° 49, fait en collaboration avec M. Eug. Deslongchamps, fait connaître plus de cent espèces appartenant à cette faune.

Il faut ajouter, comme documents paléontologiques, une révision critique des Trigonies (n° 54) de l'oolithe moyenne, et un travail de même nature sur une partie des Bélemnites du lias (n° 76).

Dans mes nombreuses investigations, de 1845 à 1856, j'avais remarqué un certain nombre de lits calcaires portant des marques incontestables d'un séjour prolongé au niveau de l'Océan, telles que, perforations par des lithophages, traces d'usure et de ravinement par les eaux, galets et cailloux roulés, etc. J'ai constaté que ces phénomènes se montrent au contact de deux étages distincts par leur faune, et j'ai pu suivre la plupart de ces niveaux presque tout autour du bassin parisien.

J'en ai conclu les positions successivement occupées par la mer, et j'ai, par suite, montré que, pendant toute la durée de la période jurassique, le bassin de Paris avait été le théâtre d'oscillations lentes, tantôt descendantes, tantôt ascendantes, dont j'ai exposé la série complète dans le Mémoire n° 38 (1856). Ce travail renferme, à l'appui des déductions théoriques, un grand nombre de descriptions et de coupes locales, d'après mes observations personnelles. C'est un travail d'ensemble sur le terrain jurassique du nord de la France, dans lequel se trouvent établis :

1° L'ordre exact de succession des couches et leurs plus ou moins grandes affinités entre elles;

2° La classification de ces couches et leur groupement en étages au point de vue stratigraphique et paléontologique;

3° Les zones indiquant les anciens rivages des mers jurassiques et, par suite, les mouvements du sol pendant cette période.

Ces recherches m'ont conduit à généraliser la théorie des oscillations lentes, et à la lier de la manière la plus intime avec la classification des terrains (même Mémoire et nos 44, 53 et 55).

2° *Terrain jurassique du midi de la France.*

Par une étude détaillée du terrain jurassique de la Provence (n° 57), j'ai montré que ce terrain, malgré sa puissance infiniment plus considérable que dans le bassin de Paris, y présentait cependant les mêmes subdivisions, la même succession de débris organiques. J'y ai constaté l'existence de la base du lias, cette couche à *Avicula contorta*, dont la présence dans les Alpes de la Savoie a été si utile pour le classement des masses stratifiées de cette région si tourmentée.

La zone à *Ammonites angulatus*, le calcaire à Gryphées arquées, le lias moyen avec ses Gryphées cymbiennes, le lias supérieur avec toutes ses Ammonites caractéristiques (*A. radians*, *complanatus*, *discoides*, *Levesquei*, *variabilis*, *insignis*, etc.), l'oolithe inférieure, avec les mêmes Ammonites qu'à Bayeux, la grande oolithe, dont l'*Ammonites arbustigerus*, la *Terebratula flabellum*, etc., sont les indicateurs infaillibles, l'oxford-clay, et jusqu'au coral-rag, tout y est à sa place, contrairement aux idées généralement adoptées à cette époque; tout y suit ces lois paléontologiques, admirables par leur simplicité, et dont le bassin de Paris est l'illustration la plus claire et la plus complète.

Chaque assise présente cependant, en Provence comme dans toute autre région un peu éloignée du type parisien, des faits particuliers et des fossiles spéciaux. Je les ai soigneusement enregistrés et classés à leur place.

3° *Terrain jurassique de Suède.*

Dans deux voyages exécutés en 1865 et 1869, j'ai étudié le système puissant de couches à combustibles de la côte occidentale de la Scanie.

Ces couches étaient classées par les uns dans le lias, par d'autres dans l'étage wealdien, et d'Archiac, dans son *Histoire des progrès de la Géologie*, en résumant les opinions des divers auteurs, n'avait point émis de conclusion positive sur l'âge de ce terrain.

J'ai exploré ce dépôt au point de vue stratigraphique et paléontologique (Mémoires nos 91 et 98); j'ai relevé des coupes détaillées et recueilli d'assez nombreux fossiles dont j'ai donné une description avec figures à l'appui.

J'ai montré que ces fossiles, aussi bien que les débris de végétaux qui les accompagnent, placent ces couches sur l'horizon de l'*Avicula contorta*, c'est-à-dire à la base de l'infra-lias.

La même conclusion s'applique aux grès de Hör.

J'ai fait ressortir en même temps les affinités paléontologiques de ces couches avec celles des autres assises du lias, dont elles renferment neuf espèces végétales et plusieurs Mollusques, tandis qu'elles n'ont aucune espèce commune avec le trias, dans lequel plusieurs auteurs ont voulu placer les couches à *Avicula contorta*.

Dans ce cas, comme dans la question de la limite entre le terrain tertiaire et le terrain crétacé, mes recherches ont contribué à confirmer les opinions de notre plus éminent stratigraphe, Élie de Beaumont.

4° *Limite du terrain jurassique et du trias dans le midi de la France et dans les Alpes.*

Dans les Mémoires n° 45 (1859) et n° 57, j'ai montré que les gypses et les calcaires dolomitiques (*cargneules*) du Gard, de l'Hérault et de la Provence, que l'on considérait comme intercalés à toute hauteur dans la série jurassique, et comme des produits d'émanations ayant eu lieu pendant toute cette période, étaient tous, sans exception, inférieurs à la couche à *Avicula contorta*, base de tout le système, et devaient faire partie intégrante de l'assise supérieure du trias, comme les gypses et les dolomies des marnes irisées de la Lorraine.

M. le professeur Favre, de Genève, était arrivé à ce résultat en 1859 pour les gypses et les dolomies de la Savoie, et, en présentant, au nom de l'auteur, à la Société géologique que j'avais alors l'honneur de pré-

sider, le Mémoire de M. Favre, je donnais [1] à cette classification des gypses et dolomies secondaires une complète adhésion, fondée sur mes propres observations le long des pentes orientales des Cévennes.

Des géologues dont le nom fait autorité, et surtout Fournet, de Lyon [2], et M. Lory, de Grenoble [3], avaient considéré cette doctrine comme exagérée. Néanmoins, dans la réunion extraordinaire tenue en septembre 1861 dans les Alpes par la Société géologique, les faits observés furent tous en sa faveur [4]; et M. Lory [5] a retrouvé, comme je le lui avais annoncé [6], la coucbe à *Avicula contorta*, *base du lias*, au-dessus des gypses de l'Isère.

Établi pour les Alpes, la Provence et les Cévennes, aussi bien que pour le nord de la France, l'horizon des gypses et dolomies triasiques, qui se continue en Espagne d'après les observations de M. de Verneuil, avec les mêmes caractères, embrassera bientôt, selon toute probabilité, la région pyrénéenne; et ainsi disparaîtra, comme beaucoup d'autres, l'une de ces anomalies qui ont le plus entravé l'essor des progrès de la Géologie.

5° *Trias du midi de la France.*

Le Mémoire n° 45 donne la composition générale du trias dans les départements du Gard et de l'Hérault. Voici les conclusions de ce travail :

1° Le trias se divise, dans cette région, en deux systèmes :

2° Le système inférieur, essentiellement formé de grès micacé et caractérisé par le *Calamites arenaceus* et les empreintes de pas de *Labyrinthodon*, correspond au grès bigarré ;

3° Le système supérieur, marnes bigarrées associées quelquefois à du calcaire marneux et renfermant ordinairement du gypse, correspond seul au *keuper* et aux marnes irisées du Nord.

---

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVI, p. 610, 18 avril 1859.
(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVIII, p. 697, septembre 1861.
(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVIII, p. 46, novembre 1860.
(4) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVIII, p. 795.
(5) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 720, avril 1862.
(6) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 115, novembre 1861.

4° Ces deux systèmes sont séparés par des calcaires dolomitiques souvent cloisonnés ou tufacés, qui peuvent, si l'on veut, correspondre au muschelkalk, mais qui pourraient n'être que le commencement de la série keupérienne.

5° Le lias commence aux couches de conglomérat et de grès ordinairement appelés *arkoses*. Ces grès et ces conglomérats sont inférieurs aux marnes et calcaires marneux avec fossiles infra-liasiques; mais l'horizon indiqué par ces fossiles paraît être celui des calcaires de Valognes (zone à *Ammonites planorbis*), supérieurs aux grès infra-liasiques du Cotentin exploités à Baupte, de même que les calcaires infra-liasiques fossilifères de la Nièvre sont supérieurs aux poudingues et grès que l'on trouve au-dessous, et qui par leur faune appartiennent à l'infra-lias.

Cette classification différait notablement de celle qu'Émilien Dumas avait adoptée; mais, depuis, ce géologue distingué est arrivé à des conclusions analogues à celles qui viennent d'être exposées.

Terrains primaires.

L'Ardenne était restée, jusqu'en 1855, pour une partie des roches dont elle est composée, un obstacle à la classification des terrains paléozoïques [1]. Tandis que M. de Köninck rapportait, d'une manière générale, le *terrain rhénan* de Dumont au *devonien* d'Angleterre, Murchison lui-même et d'Archiac laissaient le système gédinien, base du terrain rhénan, dans le silurien.

Dans le Mémoire n° 33, que récemment [2] M. de Köninck a bien voulu rappeler, j'ai montré que la faune gédinienne appartenait en réalité à la série dévonienne.

J'ai établi, par des coupes indiquant la succession des assises, et au moyen des fossiles que j'y ai recueillis, le parallélisme de ces couches avec celles qui servent de types dans les autres pays. J'ai pu signaler l'identité de certaines roches dévoniennes appartenant au *système* co-

---

[1] *Voir*, sur cette difficulté, Murchison, *Siluria*, 1re édition, p. 382.
[2] *Bull. de la Soc. géol. de Belgique*, t. III, p. 26, 1876.

blentzien de Dumont, avec le terrain dévonien inférieur de la Bretagne et du Cotentin.

J'ai aussi constaté dans les calcaires carbonifères d'Avenelles un horizon fossilifère qui n'était encore connu qu'en Irlande.

OSCILLATIONS DU SOL.

Les importantes discussions qui ont autrefois si longtemps retenti devant l'Académie, au sujet de la théorie des mouvements du sol, m'avaient d'autant plus préoccupé que, pendant près de dix années, j'avais suivi l'enseignement des deux illustres antagonistes, Élie de Beaumont et Constant Prévost.

Dès 1848 (Mémoire n° 3), j'étais arrivé à déduire de mes observations directes les mouvements du sol, par suite desquels le bassin de Paris a été successivement golfe, lagune ou lac. J'ai de nouveau, en 1849 (n° 8), développé ces conclusions, qui ont fait l'objet d'un Mémoire spécial (n° 14), ayant pour titre : *Sur la géologie du bassin de Paris*, présenté à l'Académie le 9 juin 1851. Dans ces Mémoires, conçus sous l'influence d'un double enseignement, et inspirés peut-être par quelques aperçus épars dans les publications de l'époque, *j'ai le premier posé et formulé la question des* oscillations lentes *du sol, en l'appliquant à la fin de l'époque crétacée, à la période éocène tout entière*, et en montrant que ces mouvements lents expliquaient parfaitement tous les phénomènes si variés de ces époques (¹).

Ce ne fut qu'en 1852 que Dumont publia, dans le *Bulletin de l'Aca-*

(¹) Sans doute, l'idée des *mouvements lents* est bien plus ancienne, et Lyell notamment l'a soutenue dans ses *Principles of Geology* (1835); mais, chez cet éminent auteur, cette idée n'est guère sortie du domaine des théories *a priori*. Il ne l'a appuyée que sur des faits peu nombreux et peu précis. Je me suis attaché, au contraire, à ne déduire ces oscillations que d'observations rigoureuses. La théorie que j'ai exposée n'est que le lien naturel des faits bien constatés : c'est une théorie *a posteriori*.

démie royale de Belgique (t. XIX), des idées entièrement conformes, mais appliquées à l'étude du sol de son pays. Cette théorie, qui n'exclut pas les mouvements brusques, a l'avantage de montrer les modifications successives du relief de l'écorce terrestre avec d'autant plus de sûreté qu'elle n'est que la traduction des faits.

Dans le Mémoire (n° 38) qui a pour titre : *Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris*, j'ai montré que le bassin de Paris, avec sa ceinture montagneuse composée de l'Ardenne, des Vosges, du plateau central et de la Bretagne, a éprouvé, pendant les dépôts de la première partie du terrain jurassique (lias, oolithe inférieure et grande oolithe), des mouvements généraux d'oscillations descendantes, par suite desquels la mer a atteint des niveaux successifs de plus en plus élevés; puis que, pendant le dépôt de la seconde partie (oxford-clay, coral-rag et calcaires du Barrois), un mouvement inverse s'est produit; qu'un exhaussement général et successif du sol a fait reculer vers le nord les limites du golfe, effet bien constaté antérieurement, mais qu'on expliquait différemment, et d'une manière qui ne paraissait pas suffisante.

Le même travail montre que la limite entre le terrain jurassique et le terrain crétacé correspond, dans le bassin de Paris, à un maximum d'exhaussement, la mer s'étant, pendant la première partie de cette dernière période, progressivement avancée du nord au sud.

Dans la Note n° 44, j'ai prouvé, en m'appuyant sur tous les travaux récemment publiés, que le même maximum d'exhaussement s'était produit dans les Alpes à la même époque, qu'il en était de même pour le bassin de l'Aquitaine, et j'ai conclu ainsi :

« Si maintenant on ajoute les autres faits connus sur le nord et l'est de l'Europe, et notamment que dans le Hanovre on retrouve aussi, entre le terrain jurassique supérieur et le néocomien inférieur, un dépôt d'eau douce, il en résultera que cette région était également émergée, et l'on arrivera à cette conclusion, que toute la partie de l'Europe comprenant les îles Britanniques, la France, les Alpes, l'Allemagne et la Russie, était hors des eaux de l'Océan à la fin de l'époque jurassique; et comme, sur aucun point des continents actuels, on ne connaît de dépôt marin synchronique des dépôts lacustres supra-jurassiques,

on peut affirmer sans crainte que toutes les parties des continents actuels, qui ont été soumises aux explorations géologiques, l'Europe, l'Amérique, d'immenses étendues en Asie, en Afrique et même en Océanie, étaient émergées pendant l'existence des lacs qui ont terminé en Europe la période jurassique. Ces mêmes continents ont été ensuite successivement immergés, mais sur des surfaces en partie différentes, pendant la période crétacée. »

On a vu plus haut que, dans ces derniers temps, j'ai étudié cette dernière période avec quelque développement, au même point de vue des oscillations lentes.

Aujourd'hui la théorie des oscillations lentes est dans le domaine public; elle a remplacé partout la théorie des cataclysmes, qui, en France au moins, régnait en souveraine il y a vingt ans. On a peut-être oublié les travaux qui ont eu de l'influence sur ce changement; je me trouve dans l'obligation de les rappeler.

L'émersion de l'Europe septentrionale à la fin de la période jurassique n'a jamais été contestée sérieusement. J'ai cru pouvoir, dès cette époque, appliquer la même conclusion à l'Europe méridionale, et notamment aux Alpes; mais je dois dire qu'ici je rencontre depuis dix ans une grande opposition de la part des géologues de l'Allemagne du Sud et de la Suisse, qui soutiennent que les Alpes sont restées constamment immergées pendant les périodes jurassique et crétacée, et qu'il n'y a dans ces régions aucune lacune dans la série sédimentaire.

Le débat sur cette importante question étant en pleine activité, qu'il me soit permis de dire que j'ai fait, pour arriver à la manifestation de la vérité, les plus grands efforts, voyages lointains, matériaux considérables amassés dans nos collections de la Sorbonne, et qu'il en sortira nécessairement quelque progrès pour la Science.

Toutes ces recherches m'ont conduit à m'occuper d'une manière spéciale du tracé des rivages de la mer en Europe pendant les différentes parties des périodes géologiques : mers du trias et du lias; mers des différentes époques de la période jurassique et de la période crétacée; mers éocènes, miocènes et pliocènes. J'ai essayé de représenter par des cartes la distribution successive des terres et des eaux; ces cartes

présentées à la Société géologique de France dès 1860 (n° 53), et qui, servant à mon enseignement depuis vingt années, sont à la disposition de tous mes auditeurs, ont ainsi reçu une grande publicité.

En résumé, je soumets au jugement de l'Académie un ensemble considérable de travaux, produit de trente années d'observations personnelles faites dans toutes les parties de la France et dans un grand nombre de contrées de l'Europe.

3462 Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.